

Fra Herr Thiede

Der Meeresboden als Rohstoffquelle und die Konzentrierungsverfahren der Natur*

Prof. Dr. E. Seibold, Kiel

Friedrich List schrieb 1843: „Wer an der See keinen Teil hat, der ist ausgeschlossen von den guten Dingen und Ehren der Welt — der ist unseres lieben Herrgott Stiefkind“. An den Schätzen der See hat der Mensch schon seit Jahrtausenden seinen Teil, an Fischen, Muscheln, Korallen und Perlen, aber auch an mineralischen Stoffen wie dem Kochsalz. Minerale vom Boden und unter dem Boden des Meeres gewinnt er aber erst seit einigen Jahrzehnten. Die zunehmende Verknappung verschiedener Rohstoffe zwingt ihn dazu.

Die Rohstoffe werden dem Meer vor allem durch die Flüsse zugeführt. Ihr sog. „süßes Wasser“ bringt jährlich 3,5 Mrd. t gelöste Salze ins Meer, von den Beiträgen der chemischen Industrie ganz abgesehen. Die Salze werden aber durch Wellen und Strömungen im wesentlichen homogen im Weltmeer verteilt. Die suspendierte gröbere Fracht setzt sich im Flachmeer, das Feinere in der Tiefsee ab. Wirtschaftlich interessante Rohstoffe entstehen aber zunächst bei diesem Prozeß nicht, denn er verteilt Stoffe und konzentriert sie nicht.

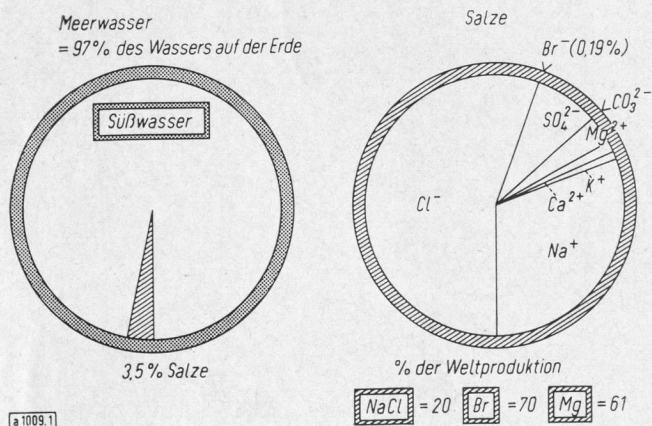


Abb. 1. Rohstoffe im Meerwasser.

Das Meerwasser ist der größte Erzkörper der Welt (Abb. 1). Nach neueren russischen Schätzungen soll es über 10 Mrd. t Gold, 4 Mrd. t Uran und 270 Mrd. t schweres Wasser enthalten, dies alles aber in so geringen Konzentrationen, daß bekanntlich Haber 1927 vom Gold im Meer schrieb: „Ich habe es aufgegeben, nach dieser zweifelhaften Stecknadel in einem Heuhaufen zu suchen.“ Anders ist es mit höher beteiligten Stoffen, den 3,5% Salzen im Meer. Schon heute stammen 20% der Weltproduktion an Steinsalz aus ihm und

* Festvortrag von Prof. Dr. E. Seibold, Geologisch-Paläontologisches Institut der Univ. Kiel, bei der Eröffnungssitzung zum Europäischen Treffen für chemische Technik und derACHEMA 1970 am 17. Juni 1970 in Frankfurt/M. (teilweise gekürzt).

sogar 70% des Broms, d. h. jährlich über 10000 t. Doch erst seit 1924 ist diese Brom-Gewinnung ein industrielles Verfahren. Erst seit 1941 wird, gleichfalls in den USA, Magnesium aus Meerwasser in großem Maßstab gewonnen. Heute beträgt der so gewonnene Anteil 61% der Weltproduktion an Magnesium. Ein noch wichtigerer Rohstoff wird aber das Wasser selbst werden. 97% unserer Süßwasser-Reserven liegen im Ozean, und die zur Zeit betriebenen 680 Destillationsstätten sollen sich nach UNO-Schätzungen in den nächsten vier Jahren verdoppeln.

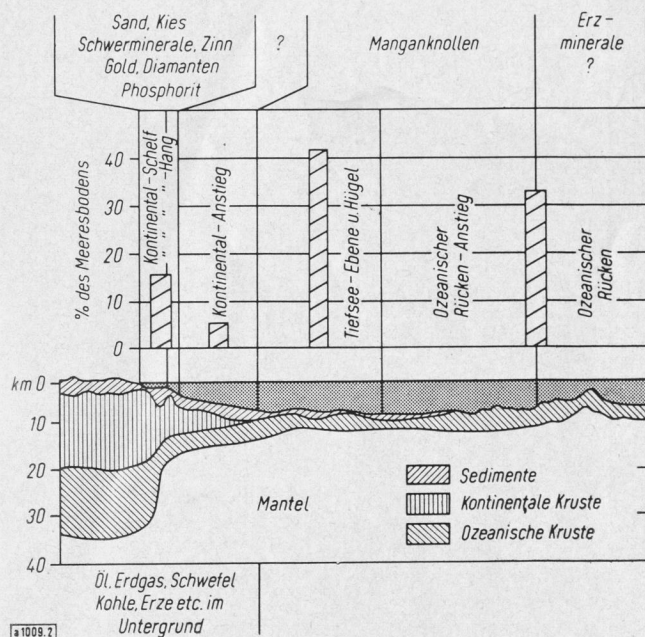


Abb. 2. Rohstoffe vom Meeresboden – Gliederung der Meeresböden und des tieferen Untergrunds.

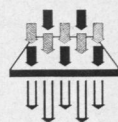
Während die gelöste Fracht der Weltmeere nur künstlich für die Nutzung konzentriert werden kann — von Lagunen abgesehen —, besorgt dies die Natur lokal und auch teilweise regional bei den Rohstoffen auf und unter dem Meeresboden. Auf diese Konzentrierungsprozesse infolge mechanischer, chemischer und biologischer sowie tektonischer und vulkanologischer Vorgänge sei hier im einzelnen eingegangen. Sie haben in den verschiedenen Meeresräumen eine unterschiedliche Bedeutung: Die mechanische Sonderung dominiert im Schelfbereich bis rund 200 m Wassertiefe. Er umgibt die Kontinente und Inseln mit einer Fläche von 27 Mio km² — das ist fast die Fläche Afrikas. Die Bundesrepublik Deutschland hat leider nur einen sehr geringen Schelf-Anteil, nach bisheriger Festlegung 25 000 km² in der Nordsee und 3 000 km² in der Ostsee, also rund ein Neuntel ihrer Landfläche. Groß-

stippenfrei

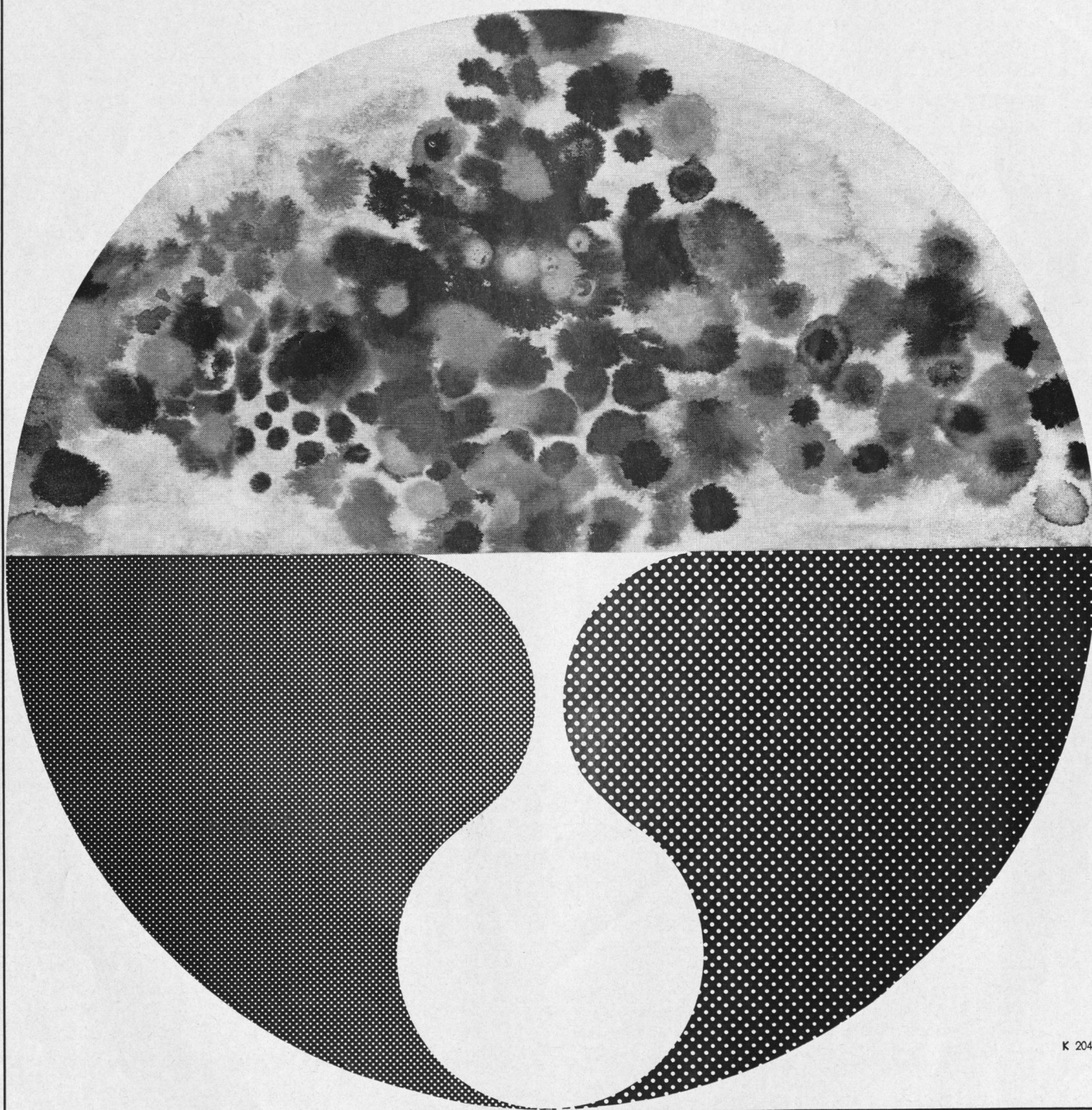
Grob- und feindisperse Trübungen, Gelteilchen, Kolloide, submikroskopische Partikel, ungelöste oder angelöste Lackkörperreste — gegen jede Verunreinigung hat SEITZ zuverlässige und wirtschaftlich abscheidende Filtermedien und Filterhilfsmittel.

Optimale, auf Art und Menge der Trübungsstoffe abgestimmte Porengrößenverteilung und ein labyrinthartig verzweigtes Gefüge mit großer innerer Oberfläche ergeben bei extremer Filtrierschärfe außergewöhnliche Mengenleistungen und hohe Filterstandzeiten.

Verdünnte und unverdünnte Lackharze, Weichmacher und Lösungsmittel, nieder- und hochviskose Lacke werden durch SEITZ-Filtermedien veredelt. Über die zweckmäßige Auswahl beraten wir Sie gern und führen für Sie oder gemeinsam mit Ihnen Labor- und Technikumsversuche durch, die sich auf die Betriebsverhältnisse übertragen lassen. Rufen Sie uns an.



SEITZ-Asbest-Werke · Theo & Geo Seitz
6550 Bad Kreuznach · Postfach 889
Telefon (06 71) 22 26 · Telex 4-2828 saw bk



britannien hat z. B. Anspruch auf einen Schelf, der das Doppelte seiner Landfläche ausmacht. — Chemische Vorgänge sind vor allem bei der Bildung der Mangan-Knollen auf den Tiefseeböden zu beachten. Tektonische und vulkanologische Vorgänge sind bei den Überlegungen für das Auffinden sonstiger Erzminerale mit in Betracht zu ziehen (vgl. Abb. 2).

Mechanische Konzentrierung

Wellen und Meeresströmungen wirken auf den Meeresboden am stärksten im Flachwasser und in Küstennähe ein. Deshalb ist dort die mechanische Konzentrierung am effektivsten. Aus dem von Gletschern der Eiszeit transportierten Material wird z. B. durch dieses bewegte Meerwasser das Feinere herausgewaschen. Oft bleiben nur Kies und Sand zurück, heute wichtige Baumaterialien. Sie werden von den Anrainern aus der Ostsee gebaggert. Der Geologische Dienst Großbritanniens kartiert z. Z. das Seegebiet um die Inseln auf das Vorkommen dieser Rohstoffe. In den USA hat man bereits 1964 derartige Beton-Zuschlagstoffe im Wert von 30 Mio US-\$ aus dem Meer gewonnen. Dieses Geschäft wird sicher immer wichtiger, ist doch dort der Verbrauch an Kies und Sand pro Kopf der Bevölkerung und Jahr von 1950 bis 1969 auf das 2,4-fache, von 3,2 auf 7,7 t angestiegen!

Der Sand besteht meist zu über 95% aus Quarz- oder Kalk-Körnern. Den restlichen Anteil der Körner bilden meist Schwerminerale mit einer Dichte über 2,85. Sie können am Strand von der Natur so hervorragend herausortiert werden, daß sie ihn rot oder schwarz färben, wie z. B. bei Skagen an

der Nordspitze Dänemarks. Diese Mineralien heißen Seifen und sind lagenhaft konzentriert. Unter dem Mikroskop kann man in ihnen z. B. Zirkon, Granat und Ilmenit erkennen.

Diese auffallend gute Sortierung kommt im Spiel der auslaufenden Wellen am Strand im Schwall und Sog- oder bei besonderen Gegebenheiten auch in Flüssen zustande. Der durch die Brandung aufgewirbelte Sand wird durch den Schwall landwärts verfrachtet. Die Minerale fallen dabei auf den Boden zurück, die großen schneller als die kleinen, die schweren Magnetit-Körner mit der Dichte 5,2 schneller als die leichteren Quarz-Körner mit der Dichte 2,6. Schematisiert man diese Vorgänge etwas (vgl. Abb. 3), so erreichen in einer gegebenen Situation alle Quarz-Körner links von x , d. h. größer als x , und alle Magnetit-Körner links von y , d. h. größer als y , den Boden. Dort bleibt also die Korngemeinschaft B zurück. Die kleineren Körner werden landwärts verfrachtet. Man erkennt, daß die kleineren Quarz-Körner aus B weitgehend entfernt worden sind. Setzt nun der Sog ein, so läuft zuletzt nur eine dünne Wasserhaut zum Meer zurück, da ja viel Wasser im Sand versickert ist. In Bodennähe ist die Wasser-Geschwindigkeit durch die Reibung stark herabgesetzt, so daß sie die kleinen Körner zurückhält. Größere Körner, die über diese unterste Schicht hinausragen, können noch meerwärts abgeführt werden, also besonders die großen Quarz-Körner der Korngemeinschaft B und C. Zurück bleiben die mittelfeinen Schwerminerale D. Dasselbe — hier stark vereinfacht dargestellte — Prinzip der Klassierung durch Gleichfälligkeit und durch Film-Sizing wird bekanntlich auch in der Technik angewandt.

Nach diesem Prinzip entstehen heute noch Seifen. Nun war der Meeresspiegel aber vor 20 000 Jahren rund 100 m niedriger, da viel Wasser in der Eiszeit als Eis auf dem Festland lag. Es ist deshalb zu erwarten, daß auch seewärts Seifen fossiler Strände entstanden sind. Sie wurden aber meist später durch Umlagerung und Überdeckung verdünnt. Aus demselben Grund reichten auch Flüsse mit ihren Seifen weiter ins Meer hinaus, und ihre Täler sind meist verfüllt worden.

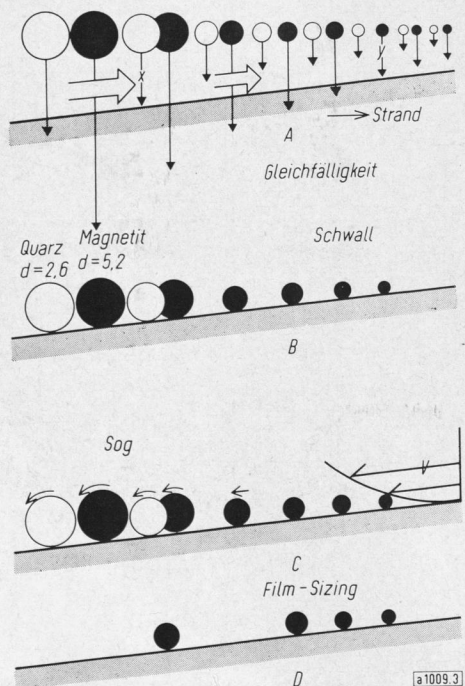


Abb. 3. Schema zur Entstehung von Schwermineral-Seifen.

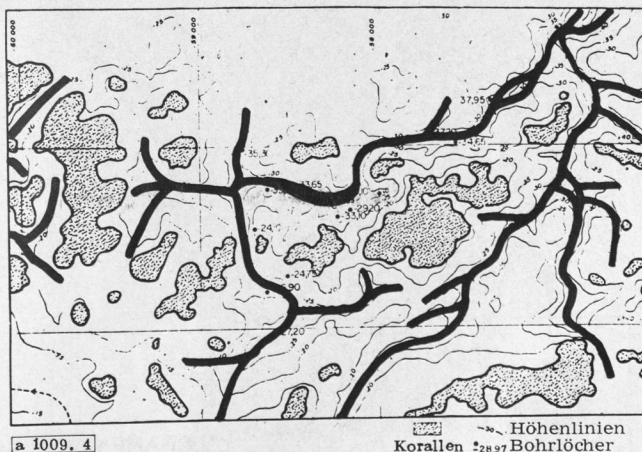
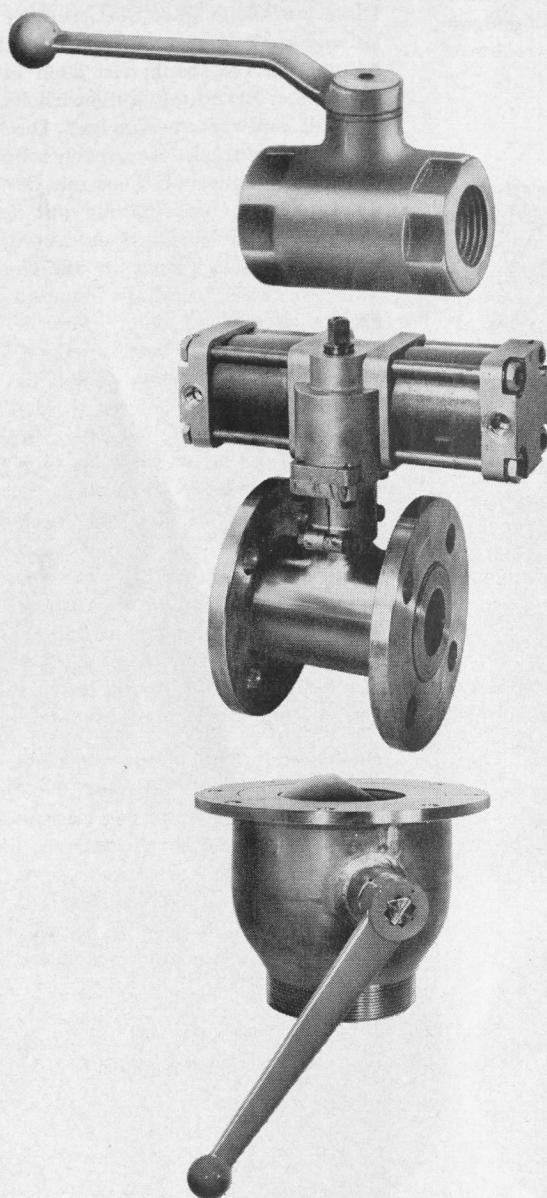


Abb. 4. Beispiele submariner Lagerstätten von Zinnerz vor Billiton, Indonesien; Grundriß.

Stahlkugelhähne

für Chemie und Petrochemie, Raffinerien, Nahrungsmittelindustrie, Gasindustrie, Energiewirtschaft und Fernwärme, Stahl- und Bergwerke, Maschinen- und Apparatebau, Papier- u. Zellstoffindustrie.



Diese CRANE-Kugelhähne sind durch ihre Konstruktion (freibewegliche Stahlkugel, flexible PTFE-Dichtringe) besonders sicher, völlig wartungsfrei, in jeder Druckrichtung und Einbaulage einsetzbar. Auch für hydraulische oder pneumatische Betätigung geeignet. Nenndruck bis 200 atü.

Die CRANE-Gruppe, weltgrößter Hersteller von Industriearmaturen, liefert nicht nur ein großes Programm von Standardarmaturen. Sondern CRANE konstruiert und fertigt auch eine breite Skala von Spezialarmaturen. Aus einer 110jährigen weltweiten Erfahrung bringt CRANE immer neue Lösungen – auch für Sie. Fragen Sie danach. Ausführliche technische Unterlagen liegen für Sie bereit.

CRANE

®

CRANE GMBH ARMATURENFABRIK

4 Düsseldorf, Josephinenstraße 11, Tel. 10688 und 10422, Telex 08587585

Vertretung in der Schweiz: E. Ulmann, 4000 Basel, Rappoltshof 12, Tel. 061/332671

Dies verdeutlicht eine Karte und ein Profil durch die Zinnerz-Lagerstätten von Billiton in Indonesien (Abb. 4 und 5). Man erkennt die alten verfüllten Flußläufe unter dem heute 10 m tiefen Meer. Zur Prospektion müssen diese Flußläufe aber unter dem heute flachen Meeresboden erst gefunden werden. Die Geologie der allernächsten Umgebung liefert keine Hinweise, da die Seifen herantransportiert worden sind. Bei dieser Suche benutzt man geophysikalische Methoden, z. B. spezielle Echographen, die nach folgendem Prinzip

Monazit mit seinem Gehalt an seltenen Erden und seinem Gehalt bis 28% Thoriumdioxid ist gleichfalls ein hochmoderner Rohstoff. Indien soll einen Vorrat von über 2 Mio t besitzen. Seit 1969 baut in der Ostsee der sowjetische Schwimmbagger „Viborsky“ derartige Seifen ab und reichert bereits an Bord Rutil, Ilmenit und Zirkon an. — Insgesamt erbrachten in den letzten Jahren marine Seifen allenfalls einen Wert von 50 Mio US-\$, dieser Anteil dürfte aber in den kommenden Jahren beträchtlich zunehmen.

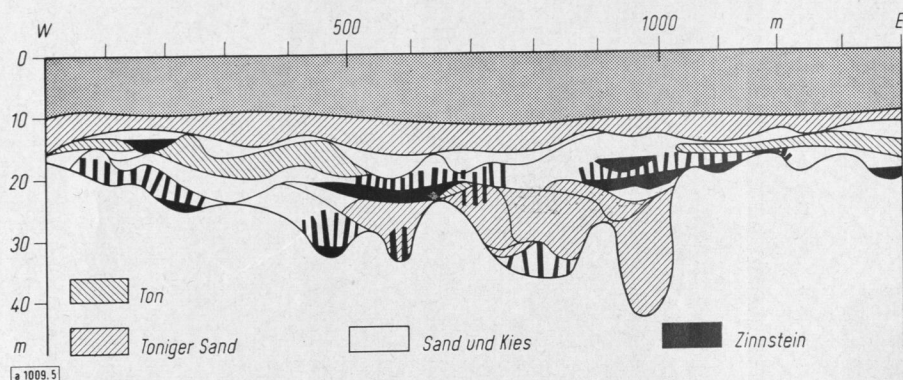


Abb. 5. Profil durch submarine Lagerstätten von Zinnerz vor Billiton, Indonesien (Abb. 4 und 5 nach A. J. A. van Overveem, Geol. Mijnbouw 39, 444/457 [1960]).

arbeiten: Schallwellen aus verschiedenen Schallquellen werden durch Inhomogenitäten im Untergrund verschieden reflektiert, aufgenommen und durch Schreiber und Computer ausgewertet. Eine Art Röntgenbild des Untergrunds kann dann durch systematische Kartierung solche Rinnensysteme erkennen lassen.

Seifen können nur dort entstehen, wo entsprechendes Material durch Flüsse angeliefert und möglichst auch vorsortiert wird. Wirtschaftliche Hoffnungen sind daher im wesentlichen zunächst auf Gebiete beschränkt, in deren Hinterland Granite, Gneise und ähnliche Gesteine des Grundgebirges anstehen; deshalb die Seifen-Vorkommen vor Ostbrasilien und um Indien. Ferner ist niederschlagsreiches Klima günstig: die Gesteine müssen verwittern, damit sie Mineralkörner liefern; die Verwitterung muß ferner selektiv sein und die Schwerminerale anreichern, und diese müssen durch Flüsse transportiert werden. So entstanden die Zinn-Seifen in Indonesien, die Schwermineral-Konzentrate vor Ostaustralien, das Eisenerz um Japan und das Gold vor Alaska. Je weiter seewärts man nach Erz sucht, desto geringer sind die Aussichten auf Erfolg. Langer Transport dezimiert die weniger widerstandsfähigen Minerale. Sandkörner aus Gold halten höchstens 10 bis 20 km Transportweg aus. Gold-Seifen sind daher allenfalls im Meer in direkter Küstennähe wirtschaftlich interessant, zumal die Wassertiefe seewärts rasch zunimmt, was u. a. die Gewinnung erschwert.

Tab. 1 zeigt, welche Rohstoffe 1968 aus Seifen gewonnen wurden. Erwähnt sei, daß die Zirkon-Seifen vor Australien einen Vorrat von 1,5 Mio t Zirkon haben und daß gegenwärtig 84% der Weltproduktion daraus gewonnen werden.

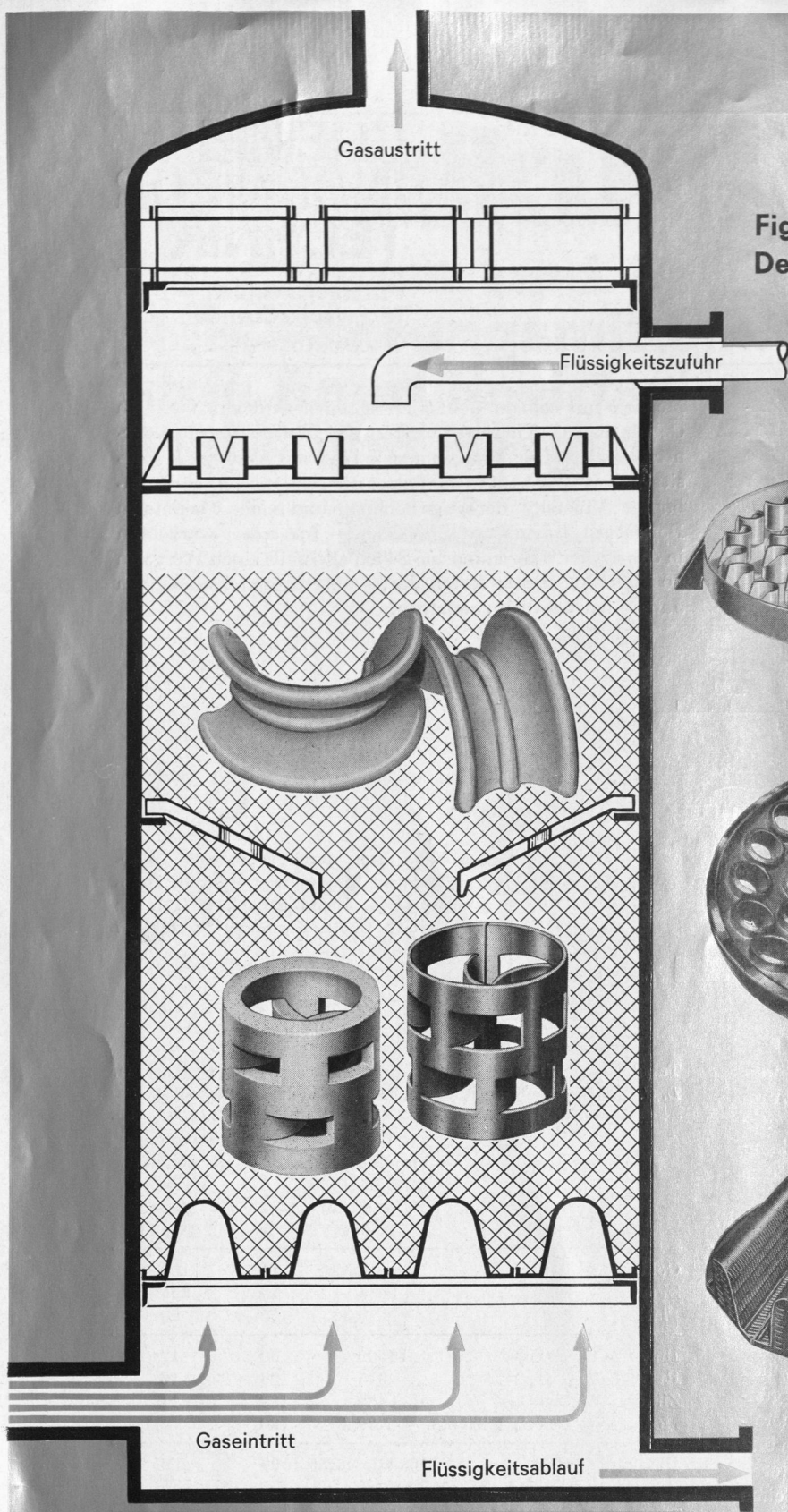
Tabelle 1. Rohstoff-Gewinnung aus Seifen (nach K. O. Emery u. L. C. Naakes, Techn. Bull. ECAFE [Tokio] 1, 95/111 [1968]).

		Welt- produktion 1960 bis 1965 Gesamt in 1000 t	%	Davon aus Seifen Wert pro Jahr (Mio \$)
Gold	Au	6,35	11	150
Zinn	Sn	1035	75	345
Platin	Pt	0,32	13	20
Ilmenit	FeTiO ₃	16500	30	17
Rutil	TiO ₂	975	98	16
Zirkon	ZrSiO ₄	1420	100	11
Monazit	CePO ₄ + Th etc.	39,6	80	1,5
Diamant	C	168 Mio carat	90	256 817*)

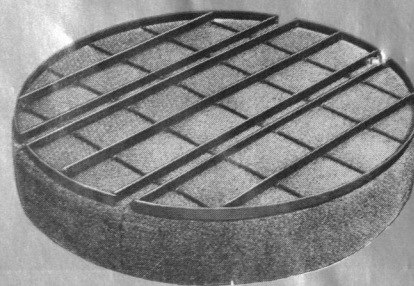
* Davon weniger als 50 Mio \$ aus dem Meer

Chemische Konzentrierung

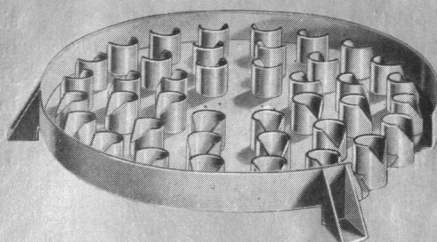
Die chemische Konzentrierung soll am Beispiel des Mangan erläutert werden. Ähnlich interessant wäre auch der Phosphor, der am äußeren Kontinentalrand und auf isolierten ozeanischen Kuppen als Phosphorit angereichert wird. Manganerz kommt in Form von sandartigen Körnern vor, die Mangan-Knollen dagegen haben einen Durchmesser von 1 bis 20 cm. Homogen verteilt findet sich Mangan aber auch in den Tiefseeschlämmen. Auf submarinen Vulkanen können sich ferner Erzkrusten abscheiden, die bis zu einem Dezimeter dick sind. Die Mangan-Knollen haben meist eine



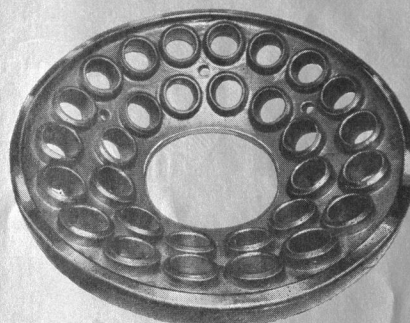
**Fig. MA 105
Demister**



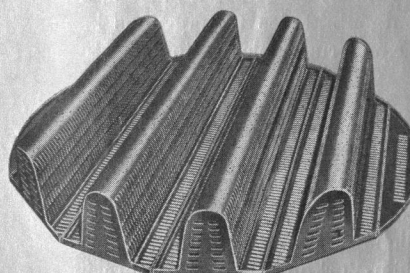
**Fig. 798/2014
Flüssigkeits-
verteiler**



**Fig. 109
Rückverteiler**



**Fig. 804-R/2808
Auflageboden**



Füllkörper und Kolonnenzubehör – alles aus einer Hand!

Wir liefern die oben gezeigten Gegenstände in den Werkstoffen:
Steinzeug — Metall — Kunststoff etc. für alle Kolonnen-Durchmesser.
Fordern Sie bitte unser Informationsmaterial.

Vereinigte Füllkörper-Fabriken GmbH+Co
Fuchs-Letschert-Schliebs · 5412 Ransbach-Baumbach

Telefon: Ransbach (02623) 2060 und 2069 Telex: 08623127 vff Drahtwort: Füllkörper Baumbach/Westerwald

runzelige Oberfläche, weshalb sie an Bord oft Tiefseekartoffeln genannt werden. Sie liegen zuweilen dicht an dicht auf dem roten Tiefseeton, der über $\frac{1}{3}$ der Ozeanböden bedeckt. Dieser ist auch reicher an feinstverteiltem Mangan als der übrige Meeresboden, was neueste russische Karten aus dem Südatlantik zeigen. Wie wenige Stationen mit Knollen aus diesem Gebiet jedoch bisher wirklich bekannt sind, geht aus einer amerikanischen Karte von 1969 hervor. Selbst auf dem am besten erforschten Ausschnitt des Pazifik fällt bisher erst eine Station mit Knollen auf rund 240 000 km², also etwa eine auf die Fläche der Bundesrepublik. Das beste Bild der Verteilung ist seit 1966 vom Blake Plateau vor Florida bekannt (Abb. 6). Trotzdem fällt auch hier im Durchschnitt nur je eine Probe auf die Fläche des Bodensees (500 km²).

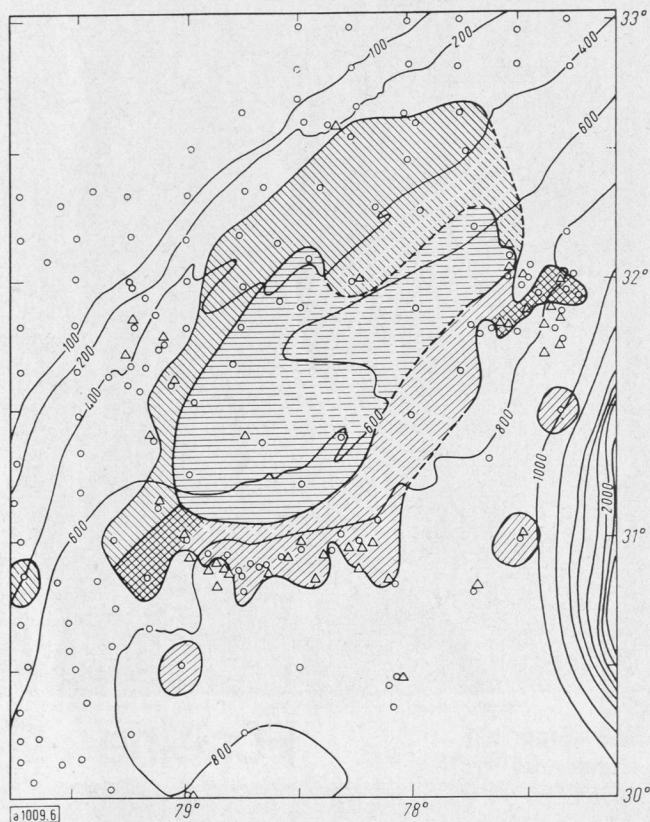


Abb. 6. Verteilung von Manganoxid-Krusten und -Knollen vor Georgia und Florida. (Aus R. M. Pratt u. P. F. McFarlin, Science 151, 1080/1082 [1966]).
 Mangan-Krusten: // Vorkommen von Mangan-Knollen;
 Mangan-Knollen: // Vorkommen von Phosphorit-Knollen;
 Phosphorit-Knollen: ○○ Dredge-Stationen; △ Photo-Stationen.
 Erkennbar ist auf Abb. 6 auch die sehr ungleichmäßige Verteilung von Mangan-Krusten und -Knollen, z. T. eine Überlappung mit Phosphorit-Knollen und schließlich, daß Tiefenbereiche von 200 bis 1000 m erfaßt werden, die für Manganerz extrem flach, für eine eventuelle Ausbeutung aber sehr günstig liegen.

Derartige Verteilungsbilder aus Wassertiefen über 4000 m werden von hochseefesten Schiffen mit starken Seilwinden

und einige Kilometer langen Trossen aus gewonnen. Übersichtsbilder des Meeresbodens (Abb. 7) erhält man mit Hilfe von Tiefseekameras mit Blitzlichteinrichtung in drucksicheren Gehäusen und Tiefenanzeiger auf akustischer Basis, dem „Pinger“.

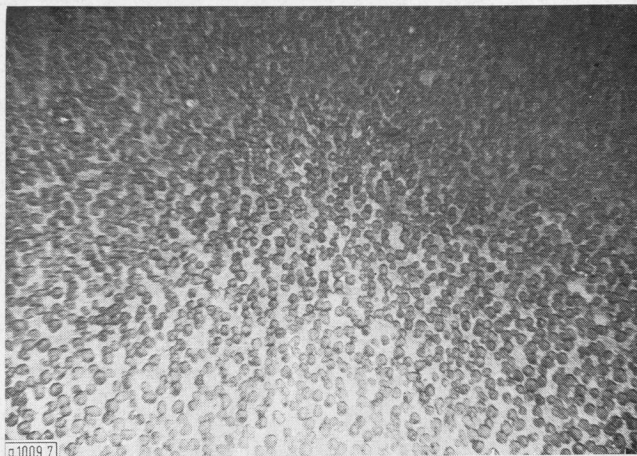


Abb. 7. Mangan-Knollen auf dem Tiefseeboden. Somalibecken, Indik, 4250 m Wassertiefe, Vorderkante etwa 4 m. (Foto A. S. Laughton, National Institute of Oceanography, Wormley, UK).

Material selbst wird mit den klassischen Dredschen verschiedener Bauart oder mit Greifern gewonnen (Abb. 8). In den USA will man Saugvorrichtungen entwickeln, die aus solchen Meerestiefen das Material hochspülen sollen.

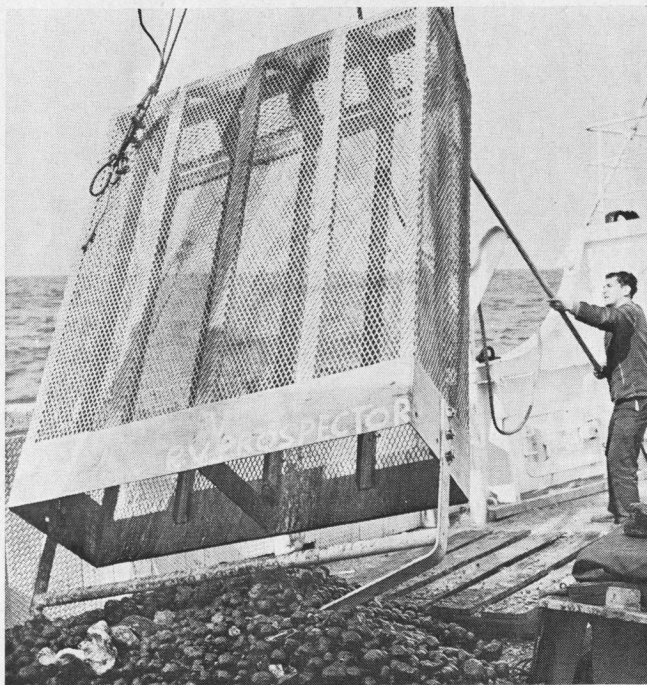
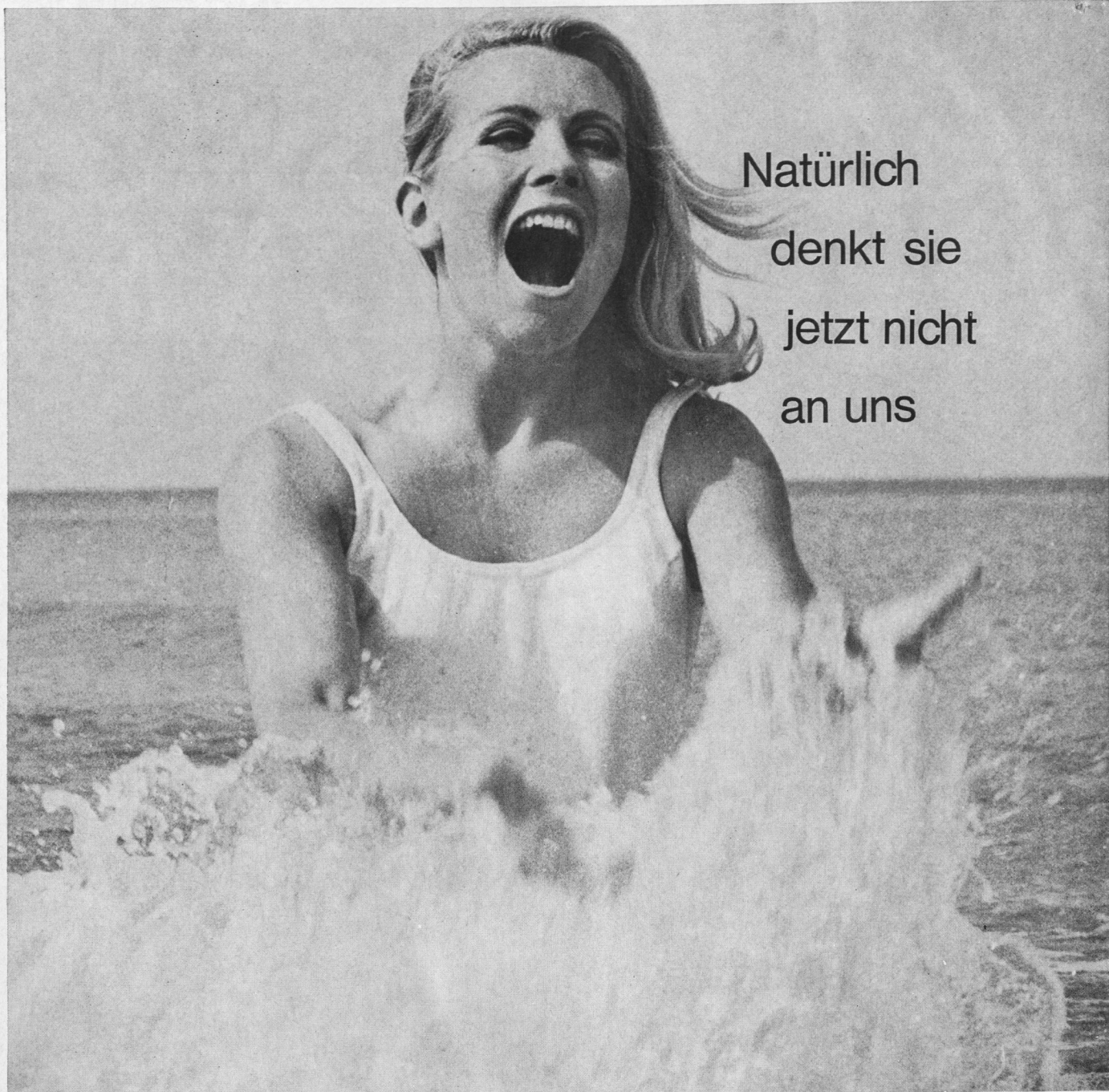


Abb. 8. Tiefseedredsch mit Manganknollen. (Foto Deepsea Ventures Inc., Newport News, Va./USA, 1970).



Natürlich
denkt sie
jetzt nicht
an uns

Wie sollte sie auch. Es genügt doch, wenn wir für sie denken. Und zu ihrem Wohl arbeiten. Zum Wohl aller Menschen, damit sie in einer reineren Welt leben können. . .

Wir, die VKW, haben einen neuen **Unternehmensbereich** gebildet: die „**Umwelttechnik**.“ Sie umfaßt alle Babcock-Aktivitäten auf den Gebieten Wasseraufbereitung, Abwasserreinigung und Abfallbeseitigung.

Genau gesagt: Wir planen und bauen Anlagen zur mechanischen, chemischen oder biologischen Behandlung von Abwässern und Schlämmen, setzen z. B. Belebungsverfahren mit Ober-

flächenbelüftern oder Tropfkörper mit Kunststofffüllung ein. Dabei ist es gleich, ob es sich um industrielles oder kommunales Abwasser handelt.

Wir sind nicht böse, wenn Sie sagen, wir kümmern uns um jeden Dreck. Oder: Wir könnten Abwasser einfach nicht mehr riechen. Das stimmt nämlich haargenau. Arbeiten wir doch dafür, die Umweltbedingungen für alle sauber zu halten.

Wenn Sie von jetzt ab an VKW denken, so denken Sie daran: Wir, die VKW, die „Umwelttechnik“, arbeiten für eine reinere Welt!

Für eine
reinere Welt



Vereinigte Kesselwerke AG
Sektion Wasser/Abwasser
42 Oberhausen Rheinf.
Postfach 30 34

Die ungefähre chemische Zusammensetzung der Knollen ist aus Tab. 2 zu ersehen. Sie ist sehr unvollkommen, da noch viel zu wenig Werte publiziert wurden. Das gilt für die Mittelwertbildung, noch viel mehr für die Maximalgehalte, die besonders interessant sind. Immerhin erkennt man, daß rund 10% Si enthalten sind, was die Aufbereitung durch Reduktion erheblich stören soll. Auch der Mangan-Gehalt um 20 bis 30% ist zunächst nicht das Wesentliche, werden doch zur Zeit am Land viel reichere Mangan-Erze von 35 bis 55% abgebaut. Wichtiger sind die Kobalt-, Nickel- und Kupfer-Gehalte von maximal 1 bis 2%. Die entsprechenden Spurenelement-Konzentrationen der bisher analysierten Knollen aus dem Atlantik, die von Europa aus abgebaut werden könnten, sind leider teilweise beträchtlich niedriger.

Tabelle 2. Zusammensetzung der Mangan-Knollen (Gew.-% des Trockengewichts); nach Z. L. Mero, The mineral resources of the sea, S. 312, Elsevier Publ. Co., Amsterdam 1965.

Element	Pazifik (54 Proben)			Atlantik (4 Proben)		
	Max.	Min.	Mittelwert	Max.	Min.	Mittelwert
Al	6,9	0,8	2,9	5,8	1,4	3,1
Si	20,1	1,3	9,4	19,6	2,8	11,0
Ti	1,7	0,11	0,67	1,3	0,3	0,8
V	0,11	0,02	0,05	0,11	0,02	0,07
Cr	0,007	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002
Mn	41,1	8,2	24,2	21,5	12,0	16,3
Fe	26,6	2,4	14,0	25,9	9,1	17,5
Co	2,3	0,01	0,35	0,68	0,06	0,31
Ni	2,0	0,16	0,99	0,54	0,31	0,42
Cu	1,6	0,03	0,53	0,41	0,05	0,20
Pb	0,36	0,02	0,09	0,14	0,08	0,10

Dies gilt auch für die Tiefseetone. Deshalb sollte die europäische Exploration auch Krusten auf atlantischen submarinen Bergen untersuchen, die aber schwer zu gewinnen sind. Die Literaturangaben über Provinzen im Pazifischen Ozean mit Gehalten über 1% Kobalt in Knollen um den Äquator sowie über 1% Nickel und Kupfer im zentralen Teil müßten gleichfalls noch überprüft werden.

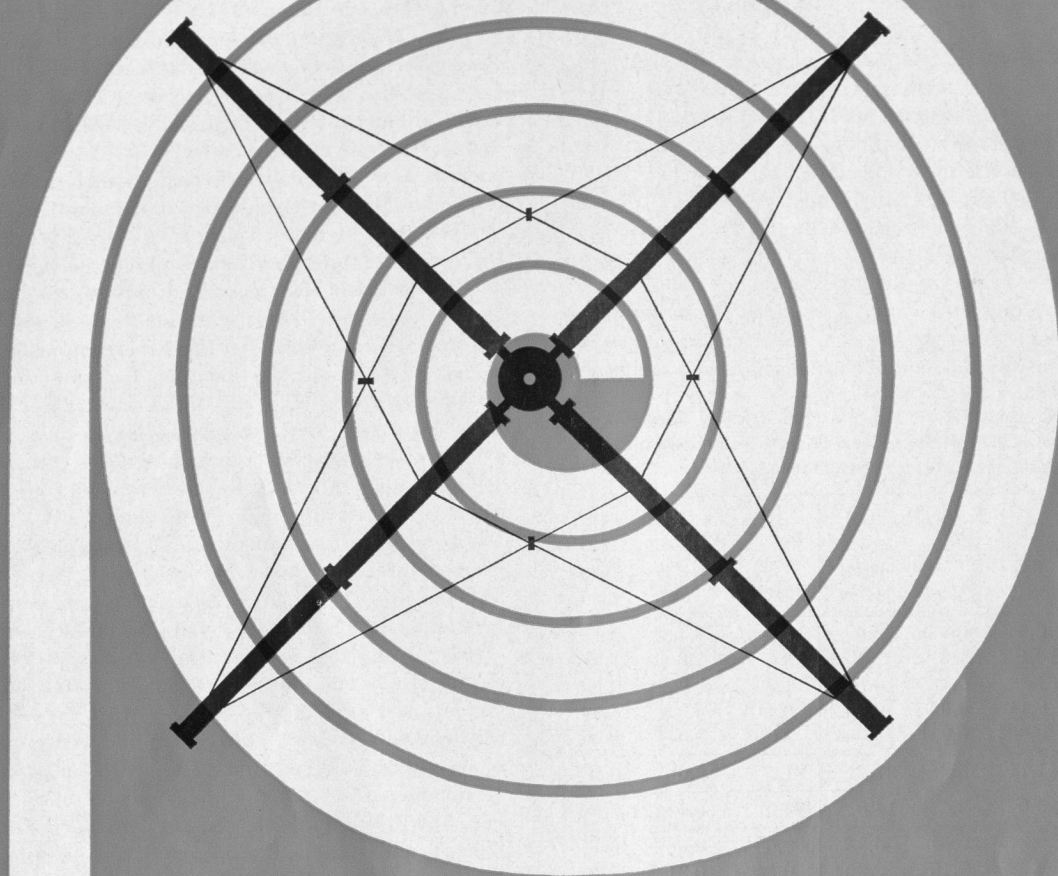
Der kryptokristalline Aufbau der einzelnen dünnen, runzeligen Schalen, die sich um einen meist fremdartigen Kern legen und deren Feinstkörnigkeit die Aufbereitung erschwert, ist durch die Entstehung dieser Knollen bedingt. Für diese gibt es bislang viele Hypothesen. Hier sei die Theorie dargestellt, die sich auf Erfahrungen unseres Instituts aus der Ostsee stützt.

Zunächst steht fest, daß Mangan vom Festland angeliefert wird. Die Flüsse haben einen um eine Zehnerpotenz höheren Gehalt an gelöstem Mangan als das Meer, das rund 1 µg/l enthält, etwa so viel wie Eisen. Wenn man überhaupt diese schon durch unterschiedliche Filtrationsmethoden analytisch schwer zu bestimmenden Werte vergleichen will, so bedeutet dies, daß gelöstes Mangan aus dem Meerwasser entfernt wird. Ähnlich wird Mangan in Suspension als Hydro-

xid-Flocken, als Belag auf Körnchen und Tonmineralen zu-geführt. Windverfrachteter Staub soll zudem nach neuen Messungen auf Schneefeldern der Antarktis in den landfernen Gebieten 25 bis 75% der detritischen Phase der Tiefseesedimente anliefern. Dieses im Ozean in winzigen Mengen suspendierte Material enthält Mangan bis 0,05% des Trockengewichts. Der Maximalwert liegt damit etwas unter dem mittleren Mangan-Gehalt der kontinentalen Gesteine (um 0,07%). Sinken diese Teilchen ab und werden sie durch weiteren Schlamm überdeckt, so kommen sie aus dem sauerstoff-gesättigten Meerwasser mit pH-Werten um 8,2 in das Porenwasser, einem Milieu mit niedrigerem pH-Wert und im allgemeinen reduzierenden Bedingungen, da bakterielle Zersetzung der organischen Substanz den Sauerstoff verbraucht. Dies führt recht bald zur Mobilisierung der Manganoxide und Hydroxide und zu einer Anreicherung von Mn^{2+} im Porenwasser. Das chemisch mobilere Mangan reagiert hierbei schneller als das Eisen, das im Sediment zudem leicht sulfidisch gebunden wird. In den Becken der Ostsee haben wir z. B. pro Liter Oberflächenwasser 5 bis 10 µg gelöstes Mangan, im bodennahen Wasser bis 900, im Porenwasser aber bis 32 000 µg Mn/l bestimmt. Sedimentsetzung durch neue Auflast und vor allem ionare oder molekulare Diffusion nach oben, zum niedriger konzentrierten Meerwasser hin, bringen damit Mn^{2+} -Ionen wieder in ein sauerstoff-haltiges Milieu. Oxidation zu Hydroxid-Flocken wird die Folge sein. Sie reichern sich an der Oberfläche an und werden teilweise auch im Wasser eine Weile transportiert. Dabei können adsorbtiv Metallionen wie Nickel, Kobalt und Kupfer angelagert werden. Die Flocken aber bilden auf dem Meeresboden Mangan-Körner und -Knollen. Abgesehen von Details, wie die Betrachtung dieser Verhältnisse in Nebenmeeren, am Kontinentalrand und in der Tiefsee, sind die Bildungs- und Erhaltungsbedingungen dort am besten, wo wenig sedimentiert wird, etwa in landfernen Gebieten der Tiefsee, wo man mit 0,5 bis 2 mm Überdeckung in 1000 Jahren rechnet. Berechnungen der Diffusionsgeschwindigkeit während der geschilderten Vorgänge im Sediment sollen zu einem Knollenwachstum von 2 mm pro Jahrtausend führen können. Neueste direkte Bestimmungen der Zuwachsrates ergeben einige Hundertstel bis einige Zehntel Millimeter pro 1000 Jahren, d. h. einige Atomlagen pro Tag. Die für Adsorption hochaktiven kolloidalen Oberflächen der Flocken sowie der Knollen haben also genug Zeit, auch Schwermetalle anzulagern. Es ist nach meiner Meinung jedoch noch offen, ob dabei mikrobiologische Vorgänge mitspielen, Beiträge aus vulkanischen Gesteinen oder Dämpfen und Lösungen von Einfluß sind, was regionale Unterschiede erklären könnte, oder ob der unterschiedliche Chemismus der Tiefenwässer des Pazifiks und Atlantiks eine Rolle spielt, und ob sich schließlich auch die Zufuhr von Mangan und anderen Stoffen durch herabregnende Schalen, Weichteile und Ausscheidungen von Organismen auswirkt.

Das wirtschaftliche Interesse richtet sich auf die Ausbeutung der Mangan-Knollen. Nach sehr rohen Schätzungen sollen aus dem Pazifik 100 Mrd t Manganerz-Knollen, d. h. 10 Mrd t Mangan und je 1 Mrd t Kupfer, Nickel und Kobalt zu bergen

Expertise der Abwasser Reinigung



Wie auch immer Ihr Abwasser beschaffen ist,
Sie finden die bestmögliche Lösung in unserem Programm:

- ein breites Lieferprogramm an Maschinen für Klär — und Sedimentations — Prozesse und zur kontinuierlichen Vakuum — Filtration für praktisch jedes Betriebsproblem;
- Verfahrens know-how immer auf neuestem Stand der Technik
- wahlweise Liefermöglichkeit aus EFTA oder EWG;
- in jedem Land eine Gruppe geschulter Ingenieure
- die wirksame Unterstützung des amerikanischen Stammhauses bei der Lösung Ihrer Probleme



EIMCO *in europa*

FRANKREICH

Société EIMCO-FRANCE

2, rue de Clichy
Paris 9ème
Paris 874 69-47

WEST DEUTSCHLAND

THE EIMCO GmbH

4 Düsseldorf
Berliner Allee 23
Düsseldorf 8 46 14

ITALIEN

EIMCO INDUSTRIALE S.p.A

20067 Tribiano
Milan
Milan 9064-234/5/6/7

GROSS BRITANNIEN

EIMCO (G.B.) Ltd.

Station Road
St. Neots, Hunts.
St. Neots 3461

SPANIEN EIMCO IBERICA, SA, Juan Ramon Jimenez, 2-2ª DCHA, Madrid 16.

FINNLAND ENZO-GUTZEIT OSAKEYHTIO — Lypsiniemi Works, Paaskylä.

sein. Bessere Kenntnisse der Verbreitung und Entstehung der Knollen, wie wir sie etwa bei den Seifenlagerstätten schon haben, werden Hinweise auf die gezielte Suche besonders günstiger kleinerer Areale liefern. Daß der gesamte „Stille“ Ozean mit seiner geringeren Sedimentationsrate und seinen vielen Vulkanen günstiger als der Atlantik ist, nützt für wirtschaftliche Überlegungen wenig, ist er doch für die Exploration auch ein allzu großer Ozean.

Biologische Konzentrierung

Nicht von den Muschelschalen vor der Küste Islands, die eine Zementfabrik ernähren, nicht von den Atollen im Pazifik, den riesigen Konzentrationen von Kalk durch Korallen, Algen, Einzeller und andere Organismen sei hier die Rede. Nur über Abb. 9 sei die Anregung gegeben, ob man nicht auch für technische Verfahren von Organismen lernen könnte, die auch seltene Stoffe aus dem Meerwasser in extremer Weise konzentrieren. Für Kupfer, Nickel, Kobalt, Blei und Mangan werden dabei Anreicherungsfaktoren zwischen 10000 und 100000 erreicht. Ascidien konzentrieren Vanadium bis auf den 280000fachen Wert. Mit synthetisierten Makromolekülen versucht man ja schon Kupfer, Uran und Gold aus Meerwasser anzureichern.

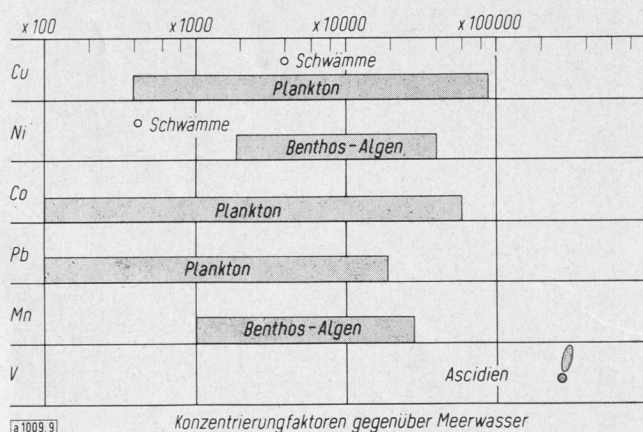


Abb. 9. Konzentrationsfaktoren für einige Elemente gegenüber Meerwasser durch verschiedene Gruppen von Organismen.

Tektonisch-vulkanologische Konzentrierung

Im letzten Abschnitt sei auf Rohstoffquellen eingegangen, die den Namen „Quelle“ im wörtlichen Sinn verdienen. Quellen sind aber ganz lokale Erscheinungen und daher sehr schwierig aufzufinden. Diese marinen Rohstoffvorkommen sind an Schwächestellen der Erdkruste geknüpft, in denen das Material aus dem Untergrund nach oben seinen Weg fand. Sie verraten sich durch Erdbeben, die meist mit vertikalen oder horizontalen Verschiebungen von Krustenschollen und damit tektonischen Störungen verbunden sind. Sie verraten sich noch spektakulärer durch Vulkane, die direkt aus dem Schlot oder in ihrer Nähe glutflüssiges Gestein, Lösungen und Dämpfe fördern.

Das rohstoffmäßig aktuellste Beispiel für diese tektonisch-vulkanologische Konzentrierung ist das Rote Meer. Es ist ein Grabenbruch wie der Oberrheingraben zwischen Frankfurt und Basel mit Randgebirgen und einer zentralen Absenkung. Daß der Rotmeergraben noch heute aktiv ist, zeigen Erdbeben mit Epizentren aus dem Bereich zwischen Port Sudan und Dschidda (19,5 bis 21° N) und im südlichen tiefsten Trog. Vulkane begleiten die Randgebiete. Aus geophysikalischen Ableitungen ist anzunehmen, daß die Ränder seit rund 6 bis 7 Mio Jahren, seit dem Obermiozän, auseinanderweichen, z. Z. mit einer Geschwindigkeit von rund 1,5 cm/Jahr. Die basaltische Kruste muß im Zentrum höher als normal liegen. Das wird durch gravimetrische, magnetometrische und Wärmestrom-Messungen bewiesen.

Seit 1963, seit ersten Beobachtungen durch das englische Forschungsschiff Discovery, ist nun ein kleines Areal in rund 2000 m Wassertiefe in der Höhe von Mekka zu einem wahren Mekka für Meeresgeologen geworden. Es wurde 1964 und 1965 von der amerikanischen Atlantis II und der deutschen Meteor besucht, 1966 gezielt von der amerikanischen Chain und 1969 von dem amerikanischen Prospektionschiff Wando River.

Es sind hier kesselartige Becken eingetieft, im Atlantis-II-Tief etwa 6×15 km in den horizontalen Dimensionen. Sie sind mit Salzlaugen angefüllt, deren Temperatur 56°C erreichen kann. Fast besteht Sättigung mit Kochsalz, was Salzgehaltswerte von 25,7% anzeigen – eine rund 7fache Konzentration gegenüber normalem Meerwasser. In diesem Hydrothermal-Laugenkörper sind auch das Eisen 8000fach (bis 81 mg/kg), das Zink 500fach (bis 5,4 mg/kg) und das Kupfer 100-fach (bis 0,3 mg/kg) angereichert (Atlantis-II-Tief).

Das Sediment unter diesen Laugen zeigt gelbbraune Lagen mit einem Eisen-Gehalt bis über 50%, durch Hämatit rotgefärbte Schichten, weiße Lagen aus Anhydrit und Carbonaten, wie Gesteinsproben bewiesen. Die interessantesten Sedimente sind schwarze sulfidische Lagen mit Pyrit, Zinkblende und Kupferkies. Darin wurden in den USA Zink-Gehalte bis 20% und Kupfer-Gehalte bis 3,6, ja sogar 7% festgestellt. Alle Minerale sind junge chemische Fällungen (10000 bis 20000 Jahre) und leider sehr feinkörnig, im μ m-Bereich. Das bringt für die Aufbereitung ähnliche Probleme wie die der Mangan-Knollen. Die Sedimente sind sehr rasch mit Absetzgeschwindigkeiten von 40 bis 100 cm/1000 Jahre abgelagert worden, während im Roten Meer sonst grob mit 10 cm/1000 Jahre gerechnet wird. Ihre Entstehung ist noch unklar. Das Salz dürfte mit Sicherheit aus tertiären Salzen der Umgebung ausgelaugt worden sein. Darauf weisen z. B. die Isotopenverhältnisse des Schwefels hin. Die Aufheizung rührt her von in der Nähe vorkommenden basaltischen Magmen. Ob aber die Schwermetalle gleichfalls aus Sedimenten stammen oder direkt durch vulkanische Lösungen aus dem Untergrund darunter zugeführt worden sind, ist noch unklar.

Das ist aber eine entscheidende Frage, denn wenn vulkanisches Geschehen allein verantwortlich ist, dann sind weltweit



Machen Sie nicht
den Fehler, Ihre Probleme
zu unterschätzen.
Wir tun es auch nicht.

Neue Lösungen für bekannte Probleme
— das war unser ACHEMA-Angebot an Sie.
Haben Sie sich davon überzeugt,
wie wir Ihre härtesten 'Nüsse knacken'?

Wenn Sie die ACHEMA nicht besuchten
oder keine Zeit für einen Besuch auf
unserem Stand hatten — wir stehen Ihnen
jeder Zeit mit Rat und Tat zur Verfügung.

Benutzen Sie den Coupon, dann haben wir
schon eine gute Ausgangsbasis für
unsere 'Nüsse-Knacker'.

Unser spezielles Interesse gilt
folgenden Problemlösungen:

Wir interessieren uns generell

- für neuzzeitliche Säureschutztechnik
- für Arbeitsvereinfachung und -einsparung
- für moderne Werkstoffe
- für fortschrittliche, wirtschaftliche Verfahren
- für rationelle Lösungen industrieller Abwasserprobleme

Schreiben Sie an

DIDIER-WERKE &
Säurebau
5333 Niederdollendorf/Rhein
Postfach 6 · Tel. (02223) 23061

im Meer an ähnlichen Schwächestellen ähnliche Rohstoffvorkommen zu erwarten. Solche Zonen sind in den letzten 20 Jahren in unvorstellbar weiter Verbreitung tatsächlich entdeckt worden. Vom Roten Meer setzt sich ein solcher Gürtel in den Golf von Aden fort, in den Indischen Ozean. Dort ist er als Rücken ausgebildet, meist mit einem zentralen Graben. Dieser Rücken zieht sich um Afrika herum durch die Mitte des Atlantik bis nach Island. Er ist seismisch aktiv, trägt Vulkane, hat einen hohen Wärmestrom und weist viele sonstige Besonderheiten auf, die aus der Geophysik des Roten Meeres erwähnt wurden. Der andere Zweig läuft südlich von Australien in den Pazifik und von da auf Kalifornien zu. — Potentiell liegt also eine Fülle ähnlicher Situationen wie im heißen Salzloch des Roten Meeres vor, wenn dort die vulkanische Beteiligung ausschlaggebend ist.

Möglichkeiten wirtschaftlicher Nutzung

Die Möglichkeiten der Rohstoff-Gewinnung im tieferen Untergrund, d. h. unter dem Meeresboden, wurden hier ausgespart, obwohl sie gegenwärtig die wirtschaftlich viel wichtigeren sind. Diese Lagerstätten sind aber in ihrer geologischen Situation in vielen Fällen die Fortsetzung der Verhältnisse auf dem Festland, nur verlagert in den Schelf, z. T. auch schon in den Kontinentalhang hinaus. So gewinnt man gegenwärtig in rund 100 Bergwerken oder Bohrungen untermeerisch Kohle, Eisen, Schwefel und anderes. So förderte man 1966 aus dem flachen Meer $\frac{1}{6}$ der Weltproduktion an Erdöl. 1980 soll es $\frac{1}{3}$ werden; 1985 soll aus dem Meer allein so viel Öl kommen, wie heute insgesamt produziert wird. Um das richtige Maß für diese Produktionsverhält-

nisse zu haben, sei erwähnt, daß die Erdöl- und Erdgas-Produktion 1964 rund 3,6 Mrd US-\$, die erwähnten Kiese sowie Sande, Seifen und Schwefel zusammen nur etwa 1/70 davon erbrachten, die marine Fischerei aber 8 Mrd US-\$, übrigens gleichfalls im wesentlichen aus flachen Meeresgebieten.

Obgleich das Auffinden mariner Rohstoffe durchaus zufällig erfolgen kann — das Rote Meer war hierfür das Beispiel — ist eine gezielte Exploration, die auf einer meereskundlichen Grundlagenforschung aufbaut, weit wirkungsvoller. Es ist zu erwarten, daß man schon in den nächsten Jahren die Erdöl- und Erdgasförderung in immer tieferen Schichten des Kontinentalhangs betreiben, jedoch die — seit der Glomar Challenger-Bohrung 1968 im Golf von Mexico nachgewiesenermaßen — höffige Tiefsee aus technologischen Gründen vorläufig aussparen wird. Die Ausbeutung der Seifen wird gleichfalls ins Meer hinaus und tiefer verlegt werden, aus den geschilderten Gründen aber recht zögernd. Submariner Phosphorit wird nur bei besonderen Fracht- oder Devisenverhältnissen wirtschaftlich interessanter werden können, wie etwa heute schon vor Neuseeland. Die Nutzung der Mangan-Knollen erfordert noch große wissenschaftliche und vor allem technologische Anstrengungen bezüglich einer kostengerechten Aufbereitung und wirtschaftlichen Förderung.

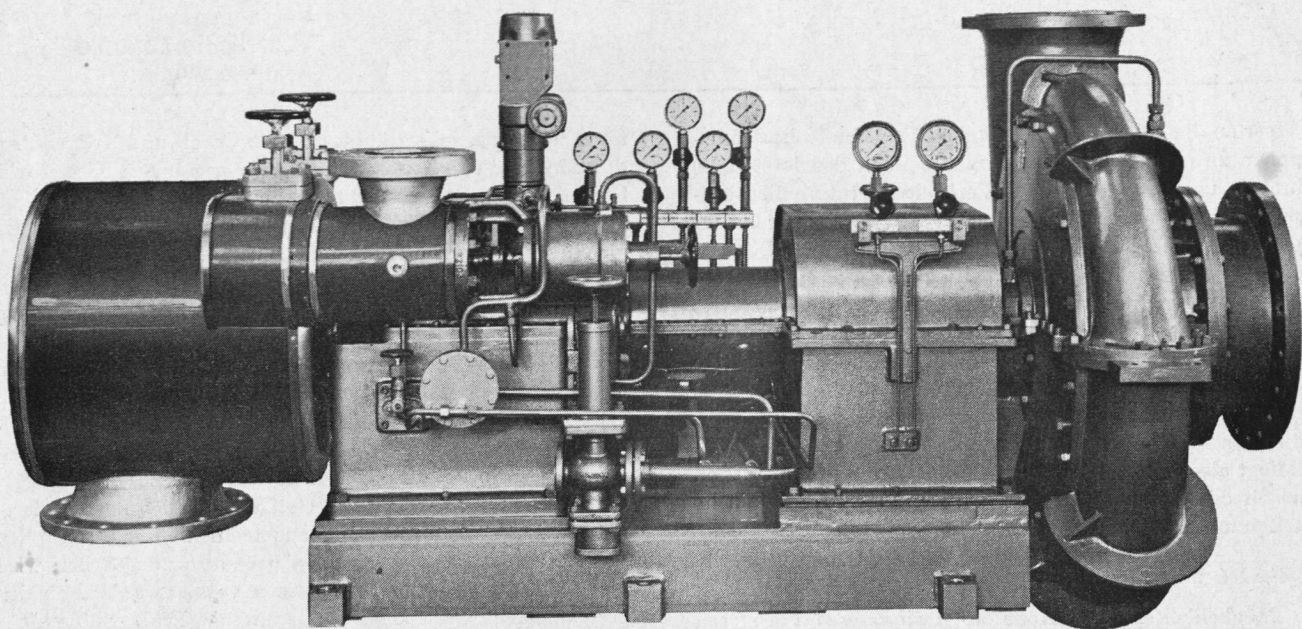
Nach Schätzungen von internationalen Fachleuten anlässlich eines Kongresses 1969 in Rom, dürfte kaum vor einer Dekade an eine wirtschaftliche Erschließung dieses fast unerschöpflichen Potentials zu denken sein.

Vereinigung europäischer technischer Zeitschriften geplant.

Zahlreiche europäische technische Zeitschriften wollen sich in einer Vereinigung zusammenfinden, in der die Möglichkeit gegeben ist, gemeinsame Probleme mit allen Redakteuren und Herausgebern zu diskutieren. Gleichzeitig soll durch eine solche Kooperation der Informationsfluß zwischen diesen Zeitschriften verbessert werden. Um diesen Vorschlag eingehend zu beraten, fanden sich Repräsentanten europäischer technischer Zeitschriften kürzlich im UNESCO-Haus in Paris zusammen. Neben den Delegierten aus 16 west- und ost-europäischen Ländern nahmen Vertreter der Kommission der Europäischen Gemeinschaften, der European Federation of National Engineering Associations (FEANI), des International Council of Scientific Unions (ICSU-Abstracting Board), der UNESCO und der World Federation of Engineering Organizations (WFEO), in der die Bundesrepublik Deutschland durch den Deutschen Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine vertreten ist, an dieser Zusammenkunft teil. Dipl.-Ing. J. Larink, Hauptgeschäftsführer des VDI-Verlages, wurde zum Vorsitzenden der Versammlung gewählt.

Im Verlauf der Aussprache wurden solche Fragen diskutiert, derer sich die geplante Vereinigung in der Zukunft annehmen soll. Man sprach u. a. über den Austausch redaktionellen Materials, die gemeinsame Nutzung von Auslandskorrespondenten, Übersetzungsrechte, eine einheitliche redaktionelle Praxis, über Fragen des Copyrights, insbesondere in bezug auf den verbreiteten und zunehmenden Gebrauch der Fotokopie; diskutiert wurde auch die Notwendigkeit allgemeiner Richtlinien für die Herstellung von Mikroform-Ausgaben periodisch erscheinender Druckwerke sowie für Vertriebsunterlagen und Mediadaten. — Man faßte eine Resolution, in der eine aktive und enge Kooperation auf diesen Gebieten empfohlen wurde.

Im Verlauf der Aussprache kamen die Teilnehmer des Treffens zu der Auffassung, daß der Wunsch bestehe, eine wirk-same Vereinigung europäischer technischer Zeitschriften zu gründen. Man bildete einen Arbeitskreis, der beauftragt wurde, Aufgaben und Ziele einer solchen Vereinigung zu umreißen, eine Satzung zu entwerfen und die Gründungssitzung für das Jahr 1971 vorzubereiten.



KKK-Turboverdichter, Typ SFL 7a KKK-Dampfturbine, Typ CF 5 D

Zwei KKK-Erzeugnisse für einen Zweck:
Förderung von Methylenchlorid in einer
Entparaffinierungsanlage einer Erdölraffinerie



Volumenstrom	10,8 m ³ /sec
Druckverhältnis	2,4
Ansaugtemperatur	30 °C
Drehzahl	5900 1/min

AKTIENGESELLSCHAFT KÜHNLE, KOPP & KAUSCH FRANKENTHAL/PFALZ